

Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria.

Retos, Propuestas y Acciones

Edición de.

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

Prólogo de.

José Francisco Torres Alfosea
Vicerrector de Calidad e Innovación Educativa
Universidad de Alicante

Edición de:

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

© Del texto: los autores (2016)

© De esta edición:

Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Calidad e Innovación educativa
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) (2016)

ISBN: 978-84-617-5129-7

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Investigación en metodologías de evaluación de competencias para la materia de arquitectura de computadores

J. Azorín¹; J. García¹; F. Pujol¹; H. Mora¹; A. Jimeno¹; J.L. Sánchez¹; M. Saval¹;
V. Villena¹; A. García¹; J.A. Serra¹; A.M. Rizo²

¹*Dpto. Tecnología Informática y Computación*

Universidad de Alicante

²*I.E.S. Mare Nostrum - Alicante*

RESUMEN (ABSTRACT)

La metodología de evaluación que se aplica en una determinada materia resulta fundamental para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los mecanismos que se utilizan para abordar la tarea de evaluación no sólo sirven para discernir si los estudiantes han alcanzado las competencias mínimas que se plantean en una asignatura. Estos son elementos imprescindibles para establecer la estrategia óptima de enseñanza que pueda adaptarse a los estudiantes. Por otro lado, permite al alumnado ser consciente del aprendizaje que está llevando y motivarlo en este proceso. Sin embargo, la evaluación al cuantificarse puede producir efectos no deseados en el proceso de aprendizaje derivando a que el alumno utilice estrategias que le permitan aprobar una determinada materia sin adquirir plenamente todas las competencias planificadas. El objetivo principal de esta red es la de analizar las metodologías de evaluación de competencias acordes al EEES que permitan establecer sistemas de evaluación que permitan a los estudiantes adquirir competencias de una manera plena. Como caso de estudio, la investigación se centra en la asignatura Arquitectura de Computadores del Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante. Para ello, se analiza en detalle los métodos de evaluación del trabajo en grupo realizando una comparativa con diferentes cursos.

Palabras clave: Metodología de evaluación, adquisición de competencias, enseñanza de los computadores, nuevas tecnologías, arquitectura de computadores

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la cuestión.

La creación del espacio europeo común de enseñanza superior, (Espacio Europeo de Educación Superior, EEES), destacó el papel central de las universidades en el desarrollo de las dimensiones culturales europeas. La universidad española se incorporó a los debates del EEES en 1999 y participó en la declaración de Bolonia. En ella se recogieron los planteamientos hacia una nueva concepción de la propia Universidad, condicionando el desarrollo, la gestión del proceso de enseñanza-aprendizaje y enfrentando a todas las universidades europeas a una infinidad de desafíos que a día de hoy aún están siendo solucionados. Entre los desafíos se encuentra la evaluación de las competencias que el estudiante ha de adquirir durante su proceso de aprendizaje.

La evaluación de las competencias al estudiante resulta fundamental tanto para el proceso de enseñanza, por parte del docente, como de aprendizaje, por parte del alumnado. El docente debe establecer los mecanismos adecuados que le permitan conocer el progreso de los estudiantes para determinar la estrategia óptima de enseñanza que pueda adaptarse a los mismos. Por otro lado, el estudiante debe ser consciente del aprendizaje que está llevando a cabo con el objetivo, también, de ser consciente de aquellos aspectos en los que debe profundizar. La evaluación es, en consecuencia, un mecanismo fundamental de la tarea de enseñanza-aprendizaje.

Sin embargo, la tarea de evaluar supone, entre otros, un reto en cuanto a su capacidad no sólo de cuantificar si un estudiante ha alcanzado las competencias mínimas sino en cuanto a su capacidad de evitar estrategias por parte del alumnado que les permita aprobar la materia sin adquirir las competencias de manera integral. Una evaluación justa y flexible requiere de diversos mecanismos de valoración multivariable a partir de controles, problemas, prácticas, proyectos, etc. Además, la cuantificación de cada una de las variables debe permitir una adquisición integral de las competencias de las que se encarga la materia evaluada.

En este trabajo se muestra la experiencia en el sistema de evaluación de los contenidos prácticos de la materia Arquitectura de los Computadores en la Universidad de Alicante como caso de estudio de un método de evaluación de competencias de estudiantes de Ingeniería. La estrategia de evaluación de las prácticas se plantea a partir

del desarrollo de un proyecto (Azorín-López, J., García, J., Jimeno, A., 2015) para la evaluación del rendimiento de los computadores. El objetivo es simular un contexto de trabajo próximo al que se encontrará el estudiante una vez egresado donde resulta fundamental el trabajo en grupo.

1.2 Revisión de la literatura.

Según Jarillo Aldeanueva, la globalización es un proceso dinámico y policéntrico, dentro del cual las sociedades están incrementando mutuamente las relaciones de todo tipo, con el resultado de un mundo interconectado con la progresiva desaparición de las fronteras de los Estados (Jarillo Aldeanueva, 2001). Este proceso está marcado por el desarrollo tecnológico, económico e industrial y fuerza a que las universidades jueguen un nuevo papel en su proceso de enseñanza. Los individuos y las sociedades se desarrollarán con éxito sólo si existe un sistema de desarrollo profesional conjunto (Ayuga Téllez & González García, 2008). En este marco, las competencias de trabajo en grupo son fundamentales para los egresados de las universidades de la UE. En el caso de las ingenierías, es muy difícil concebir, hoy en día, sistemas que no han sido desarrollados por un amplio grupo de profesionales.

El trabajo en grupo resulta especialmente importante para cubrir con garantías las tendencias del mercado globalizado en el que la generación de conocimiento es cada vez más una tarea grupal y no individual. Este debe fomentarse y aprenderse desde las etapas tempranas del aprendizaje personal. De hecho, se trata de una competencia transversal prioritaria en el nuevo marco EEES (Echazarreta, Prados, Poch, & Soler, 2009). Las asignaturas deben fomentar el trabajo en grupo, diseñando actividades docentes expresas para el grupo ya que presentan múltiples aspectos positivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según Sagredo et al., las formas colaborativas y cooperativas resultan eficaces y enriquecedoras desde el punto de vista educativo puesto que optimizan el trabajo dentro del grupo, obligando a los integrantes a que se repartan las funciones dentro de la dinámica grupal y no sólo el trabajo a realizar (Sagredo Santos, Rábano Llamas, & Arroyo Vázquez, 2009). En el contexto en que nos encontramos, de adaptación a los nuevos métodos de enseñanza, el diseño de las actividades docentes debe realizarse de forma meditada y utilizando recursos didácticos que fomenten actitudes positivas de los estudiantes y su implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Formigós Bolea et al., 2013). Para ello, los criterios de

evaluación deben establecer el cómo y el con qué se evalúan los resultados del aprendizaje. Se trata de obtener una serie de evidencias de la competencia suficiente del alumno en cuanto a sus conocimientos, habilidades y actitudes a través de mecanismos de control en un determinado contexto que aseguren que pueda inferirse que el desempeño esperado por el estudiante se ha logrado de manera adecuada (del Pozo Flórez, 2012).

En el diseño del cómo es importante tomar como referencia situaciones reales o simuladas del trabajo profesional (Ashford-Rowe & Herrington, 2014). Por este motivo, el enfoque guiado por el EEES ha puesto énfasis en un diseño curricular más orientado a la solución de problemas. Según (Tejada Fernández & Ruiz Bueno, 2016), *“el aprendizaje se vuelve más efectivo al tener la referencia profesional, al estar ligado o vinculado a la resolución de dificultades o problemas reales... De esta forma, se fortalece la dimensión social, emocional y cognitiva de aprendizaje y desarrollo de las competencias”*. De esta forma, la evaluación no sólo permite medir las competencias sino también favorecer el aprendizaje. Es necesario, para ello, diseñar un cómo con estrategias y modelos integrales y holísticos que permitan determinar los conocimientos, las habilidades y las actitudes alcanzadas. Estrategias como la evaluación auténtica, la evaluación formadora, la autoevaluación y coevaluación, pueden resultar importantes (López Pastor, 2009; Margalef de Sotelsek, 1997). En (Guerrero Romera, 2011) se plantea para el con qué evaluar: las rúbricas, el portafolios (Vaca, Agudo, & Rico, 2013), la memoria o el informe de evaluación, informes de prácticas, simulación, vídeos, pruebas o ensayos, estudio de caso, proyectos investigación (José A. Martí, Mayra Heydrich, Marcia Rojas, Annia Hernández, 2010), prácticas profesionales externas y/o internas, autoevaluación o dossier de aprendizaje.

En cualquier caso, la evaluación por competencias debe partir de ciertas consideraciones (Cano, 2008):

1. *La evaluación orienta al currículo* y puede generar un verdadero cambio en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
2. Debe establecer una *oportunidad de aprendizaje* y utilizarse no para adivinar o seleccionar a quien posee ciertas competencias, sino para promoverlas en todos los estudiantes.
3. *Debe implicar a varios agentes*. Por tanto, la evaluación puede hacerse por parte del profesorado, de los compañeros o del propio estudiante, o por todos ellos, y además

debe proporcionar información sobre la progresión en el desarrollo de la competencia y sugerir caminos de mejora (H. M. Mora, Pont, & Jordá, 2009).

4. *Debe ser coherente* con el resto de elementos del diseño formativo y hallarse integrada en el mismo.
5. La evaluación ha de hacer más conscientes a los estudiantes de cuál es su nivel de competencias fomentando la *autorregulación*.

1.3 Propósito.

En esta red de investigación, el objetivo principal es avanzar en la investigación realizada en redes anteriores relacionadas con la evaluación de metodologías de enseñanza/aprendizaje de materias de Ingeniería (Azorín-López, J., García, J., Jimeno, A., 2015) (H. Mora, López, & Jimeno-Morenilla, 2016). Para ello, se pretende analizar una estrategia de evaluación para evaluar las competencias en ingeniería, haciendo uso de un caso de uso: la asignatura Arquitectura de Computadores del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante. La estrategia de evaluación pretende generar un cambio en los procesos de aprendizaje del estudiante. Por un lado, motivando su implicación en el proceso de aprendizaje y guiando el mismo y, por otro lado, permitiendo una autorregulación de su proceso formativo. En este sentido, el sistema de evaluación debe evitar, en la medida de lo posible, la *ingeniería de la nota*. Dada la carga de trabajo que tienen los estudiantes durante el curso, a veces están más preocupados en cómo aprobar la asignatura y cuánto necesitan que en formarse en competencias. Esto les lleva a conocer qué nota mínima tienen que obtener en cada uno de los apartados de evaluación para poder superar la asignatura. Sin embargo, en esta situación no siempre son capaces de adquirir todas las competencias necesarias.

Por tanto, en este trabajo se analiza en detalle los métodos de evaluación del trabajo en grupo cubriendo las competencias instrumentales y actitudinales comparando los resultados en diferentes cursos académicos.

2. METODOLOGÍA

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

El contexto en el que se enmarca esta red de investigación es el que proporciona la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Alicante. La EPS es un centro de enseñanzas técnicas que imparte 7 titulaciones de grado en Arquitectura e

Ingeniería (Web-EPS, 2016). Se trata por tanto de un centro en el que, más si cabe, los estudiantes necesitan ser competentes en el trabajo en grupo para afrontar los retos asociados a las tendencias que impone la globalización. El nuevo papel que tienen que jugar las universidades, exige de la incorporación de nuevos modelos educativos con el objetivo de que el aprendizaje se centre en el alumno y no en el profesor, pues cada estudiante es diferente y tiene necesidades particulares, estrategias diferentes de aprendizaje, procesos cognoscitivos y niveles de representación distintos (Badillo, 2006; Lozano Díaz, 2004; Sobrino López, 2013). Así pues, desde que se formó la red de investigación, el conjunto de los miembros del equipo investigador se ha venido reuniendo de manera periódica, con el objetivo de unificar criterios y adoptar soluciones comunes sobre los objetivos y normas de evaluación de cada una de las competencias que se desarrollan en la asignatura.

En estas reuniones se han planteado y discutido temas que han aportado una visión y un conocimiento de las peculiaridades particulares, enriqueciendo los documentos que se han generado, tras una profunda reflexión sobre cómo enfocar los distintos objetivos propuestos. Con todo ello, pasamos a analizar cómo se ha implementado la investigación en nuestra red.

2.2. Materiales

La asignatura Arquitectura de los Computadores forma parte del plan de estudios del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante (Web-GII, 2016). En (Pujol et al., 2013) se puede encontrar información más extensa del planteamiento de la asignatura. A continuación, resumiremos las principales características del mismo.

Tabla 1 Perfil de Arquitectura de los Computadores

Arquitectura de los Computadores	
Carácter	Obligatoria
Carga docente	6 créditos ECTS
Curso	Segundo (segundo cuatrimestre)
Contenido	Conceptos y modelos. Evaluación del rendimiento del computador. Diseño del repertorio de instrucciones. Paralelismo a nivel de instrucción. Segmentación. Rendimiento de memoria y entrada/salida
Duración	Cuatrimestral (15 semanas)
Programación	2 h/sem de teoría + 2 h/sem de prácticas
Áreas de conocimiento	Arquitectura y Tecnología de Computadores.

De las competencias y objetivos presentados en el plan de estudios del Grado (Web-GII, 2016), se extrae que como objetivo general, esta asignatura persigue que los estudiantes conozcan y consoliden aspectos fundamentales del análisis, el diseño y la implementación de arquitecturas secuenciales clásicas, las mejoras inmediatas dentro de dicho paradigma clásico, así como la existencia de arquitecturas alternativas. Como método de trabajo básico, se establece un conjunto de herramientas y parámetros que permiten al alumno estudiar y analizar con mayor profundidad y rigor las opciones arquitectónicas, combinando los aspectos abstractos y genéricos con el estudio de implementaciones concretas.

Los contenidos generales propuestos para la asignatura Arquitecturas de los Computadores se han seleccionado a fin de lograr los objetivos propuestos estando coordinados armoniosamente con el resto de las asignaturas del mismo curso y de los anteriores y posteriores relativas a las arquitecturas de computadores. El programa de prácticas propuesto permite facilitar la comprensión de los conceptos sobre arquitecturas de computadores introducidos en clase de teoría y dotar al alumno con las habilidades y actitudes necesarias que permitan adquirir las competencias planteadas.

2.2.1 Contenidos y objetivos

En esta red, el objetivo fundamental es el análisis de las competencias adquiridas en las sesiones prácticas. La estrategia de evaluación se plantea a partir del desarrollo de un proyecto (Azorín-López, J., García, J., Jimeno, A., 2015) para la evaluación del rendimiento de los computadores. El objetivo es simular un contexto de trabajo próximo al que se encontrará el estudiante una vez egresado. El proyecto se realiza en grupos formados por 4 a 6 estudiantes. Cada uno de los grupos debe realizar un informe de evaluación y de análisis comparativo de al menos 6 computadores con diferentes características en cuanto al procesador y sistemas de memoria caché y principal. En el informe se proporciona una valoración tanto cuantitativa como cualitativa, explicando con un alto grado de detalle el proceso seguido y el razonamiento que ha llevado a la elaboración de las conclusiones finales.

El proyecto está formado por diferentes fases. En cada una de ellas, el grupo profundiza en una tecnología diferente (ensamblador, SSE, CUDA, etc.).

Tabla 2 Planificación temporal de los etapas del proyecto de AC.

Fase	Título	Horas presenciales	Horas no presenciales
1	Estudio previo	2	1
2	Desarrollo de dos programas de evaluación del rendimiento	4	8
3	Implementación de una rutina para comparación de arquitecturas SISD y SIMD	6	8
4	Evaluación del rendimiento de arquitecturas GPGPU	6	6
5	Evaluación del procesamiento de arquitecturas PC convencionales	2	1
Total		20	24

El contenido de estas fases pretende desarrollar las siguientes capacidades instrumentales:

- Realizar programas de prueba para evaluar aspectos concretos del computador
- Usar bancos de prueba de tipo estándar para realizar estudios de evaluación
- Elaborar e interpretar informes de resultado sobre las pruebas realizadas a los sistemas

En todo momento se persiguen también los siguientes objetivos actitudinales:

- Apreciar la importancia de la optimización de distintos componentes de la arquitectura del computador para la mejora del rendimiento
- Desarrollar el espíritu crítico a la hora de evaluar el rendimiento de un sistema computador siguiendo criterios objetivos
- Capacidad de integrarse en grupos de trabajo inmersos en tareas de análisis y diseño.
- Capacidad de esfuerzo en la búsqueda de soluciones y de aprendizaje autónomo.

Cada fase del proyecto consta, a su vez, de dos partes. En la primera parte, cada estudiante individualmente debe adquirir los conocimientos y habilidades básicas que le permitan abordar la segunda fase en grupo de manera satisfactoria. Para ello, se le proporciona al grupo información específica mediante anexos que le permita desarrollar la parte propuesta. Para cada una de las partes del proyecto se establece un director de grupo, un secretario, y un controlador que irá rotando en cada una de las fases del proyecto. El director del grupo toma la iniciativa en la organización de la fase. El secretario toma notas de las conclusiones de cada uno de los pasos de diseño y se encarga de llevar una carpeta de proyecto (portfolio) ordenada con el material generado,

consultado, notas de reuniones, etc. Por último, el controlador se encarga de que se cumplan los tiempos establecidos.

2.2.2 Evaluación

La estrategia de evaluación contempla tres ejes: la asimilación de conceptos teóricos (NT), la resolución de problemas teóricos (NPT) y la resolución de problemas prácticos (NP) que se detallarán en los siguientes apartados. La calificación final (NF) es el resultado de la suma de las calificaciones obtenidas en las diferentes pruebas de evaluación fijadas, considerando la proporción asignada a cada una de ellas. Además, se exige una calificación mínima de 4 en algunos de los bloques (NT, NPT y/o NP) para poder superar la asignatura. Si el alumno no superara alguno de los mínimos fijados no podrá aprobar la asignatura, siendo su calificación el valor mínimo entre la nota obtenida y el valor 4,5.

$$NF = \alpha * NP + \beta * NT + \gamma * NPT \text{ si y solo si cumple restricciones}$$

La evaluación de los aprendizajes instrumentales (NP) relacionados con las prácticas de la asignatura se convierte en un elemento muy importante para la valoración de las competencias adquiridas por el estudiante. Se plantea una evaluación continua con una asistencia a las prácticas de laboratorio obligatoria con el fin de observar la progresión de los alumnos y alumnas.

Tabla 3 Asignación de pesos para cada una de las partes del proyecto.

Entrega	Calificación del grupo	Calificación individual
Fase I. Estudio previo	10 %	-
Fase II. Desarrollo de dos programas de evaluación del rendimiento	30 %	30 %
Fase III. Implementación de una rutina para comparación de arquitecturas SISD y SIMD	30 %	30 %
Fase IV. Evaluación del rendimiento de arquitecturas GPGPU	15 %	20 %
Fase V. Evaluación del procesamiento de arquitecturas PC convencionales	15 %	20 %
TOTAL	80 %	20%

La calificación de los trabajos prácticos NP se realiza en función del grado de satisfacción de los requerimientos planteados en cada parte y de la capacidad de abstracción y diseño demostrada en la resolución de los mismos. La nota de este apartado se obtiene mediante la evaluación continua de los contenidos de cada parte del proyecto y la presentación de una memoria tanto para la parte individual como para la

grupal y, según, la presentación al final de cada parte grupal. El índice de ponderación es directamente proporcional a la complejidad estimada para cada trabajo, establecido al comienzo del curso. En la Tabla 3, se muestra el peso asignado a cada una de las partes:

Se establece, por tanto, que la nota de prácticas es la media ponderada del 80% de la nota obtenida en el trabajo grupal (NG) y del 20% de la nota obtenida en el trabajo individual (NI) que posibilita el desarrollo del primero:

$$NP = 0.8*NG + 0.2*NI$$

3. RESULTADOS

En la red de investigación, se ha realizado un estudio exhaustivo de los resultados académicos desde que comenzó la asignatura según el nuevo plan de estudios en el curso 2011/12. La estrategia de ponderación y mínimos en la evaluación de las competencias ha ido variando desde que se inició la asignatura. En la Tabla 4 se muestran los pesos para la obtención la nota final de la asignatura y los criterios mínimos para poder evaluar al estudiante. Como se puede observar, los resultados del aprendizaje práctico (NP) tienen el mismo peso a lo largo de los cursos, fijándose con la relación que tiene en cuanto a los créditos del plan de estudios. Los aspectos teóricos también se fijan por el número de créditos. Sin embargo, el peso de la evaluación de los conocimientos conceptuales ha ido obteniendo menor relevancia (desde un 25% hasta un 20% de la nota final), frente a la evaluación de la resolución de problemas (NPT). Por último, los mínimos con menores restricciones se establecieron el curso 2011/12, no teniendo que alcanzar ninguna nota mínima en la resolución de problemas teóricos. Los de mayor restricción se establecieron en el curso 2012/13, teniendo que alcanzar una nota mínima de 4 en todos los elementos evaluativos. Finalmente, desde el curso 2013/14 se establecen dos bloques (teórico y práctico) en el que el estudiante debe obtener una mínima de 4 para poder ser evaluado.

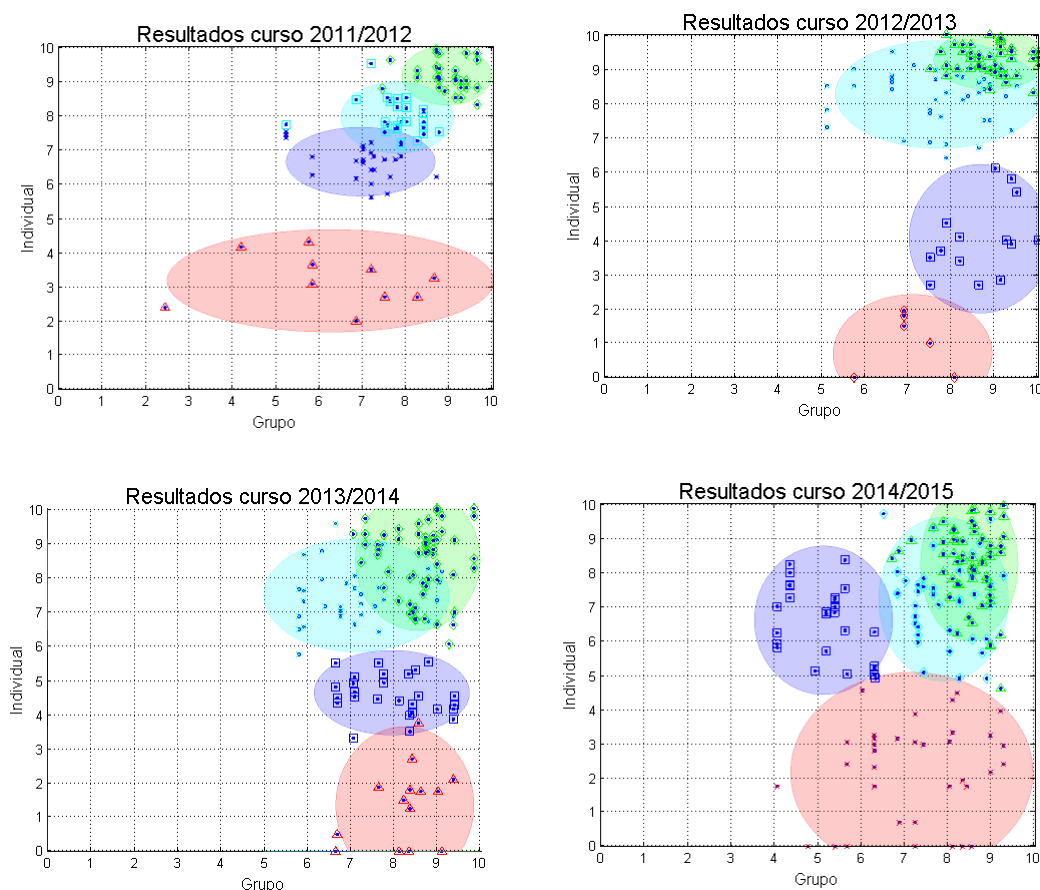
Tabla 4. Pesos y mínimos de cada una de las partes

Curso	Peso NT (α)	Peso NPT (β)	Peso NP (γ)	Mínimos
2011/12	0.25	0.25	0.5	NT \geq 4 y NP \geq 4
2012/13	0.25	0.25	0.5	NT \geq 4, NP \geq 4 y NPT \geq 4
2013/14	0.2	0.3	0.5	NT+NPT \geq 4 y NP \geq 4
2014/15	0.2	0.3	0.5	NT+NPT \geq 4 y NP \geq 4

3.1. Evolución de los resultados prácticos

Los resultados académicos obtenidos durante estos 4 cursos se muestran en este apartado analizando tres notas: la nota final (NF), la nota obtenida en el trabajo en grupo (NG) y la nota obtenida en la parte individual (NI) de cada fase del proyecto.

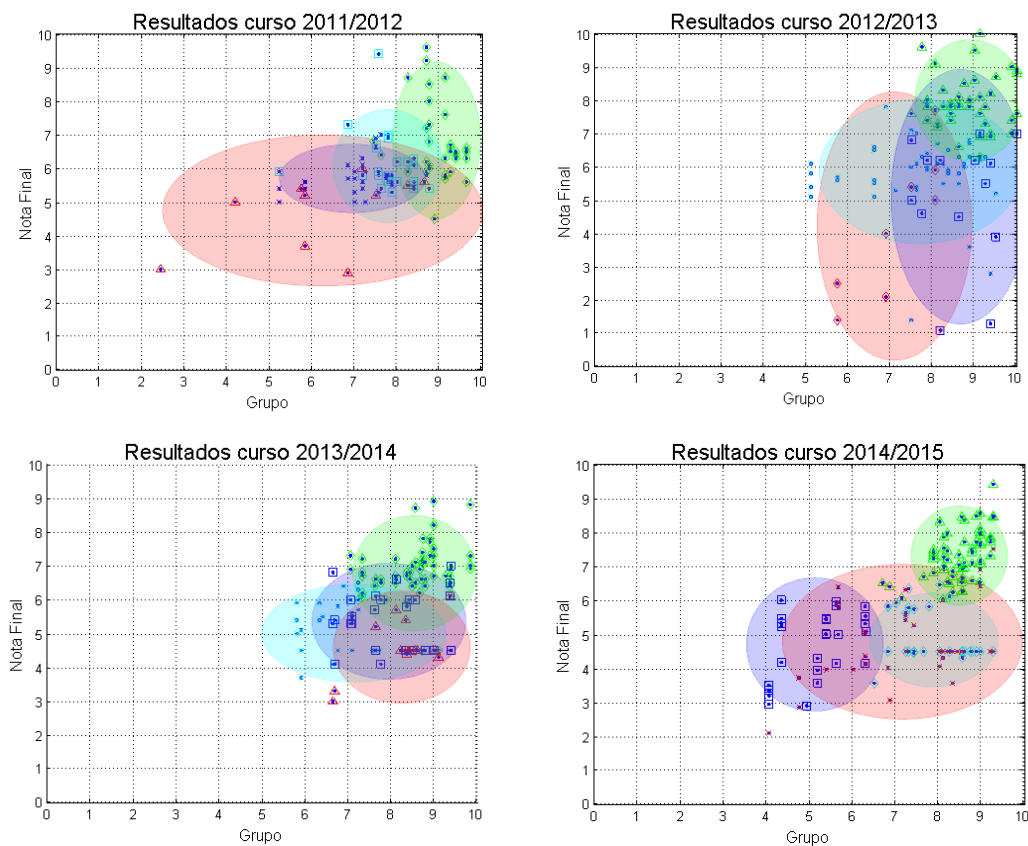
Figura 1 Resultados de aprendizaje práctico en el espacio formado por las notas grupales e individuales.



En la Fig. 1. se muestra la evolución de los resultados de los estudiantes sobre el espacio conformado por las notas individuales (NI) y de grupo (NG). Las notas se distribuyen en el espacio configurando un conjunto de grupos claramente delimitados. El agrupamiento de las notas utilizando el algoritmo de clusterización automático *k-means* permite establecer 4 grupos de alumnos. El primer grupo (verde) obtiene los mejores resultados tanto en la parte grupal como en la individual. La desviación de este clúster es muy pequeña en los cursos 2011/12 y 2012/13. Se trataría de los alumnos excelentes con notas próximas a la máxima calificación. El segundo grupo (cian) está formado por los estudiantes notables. El curso 2011/12 muestra de forma significativa las diferencias entre ambos. Sin embargo, en el resto de cursos, ambos grupos presentan

una conducta similar. El tercer grupo (azul) presenta una tendencia irregular entre los diferentes cursos. Por último, el cuarto grupo (rojo) muestra un comportamiento significativo. En él se agrupan los estudiantes que principalmente no llegan a alcanzar los mínimos establecidos para superar la parte de trabajo individual de las prácticas pero, sin embargo, obtienen un excelente resultado en la parte grupal.

Figura 2 Resultados en el espacio formado por las notas grupales (NG) y la nota final (NF).



En la Fig. 2 se muestra el estudio de las calificaciones resultado de la comparación entre la nota final (NF) y las notas grupales. En este se puede observar que generalizadamente los estudiantes superan el trabajo que se realiza en equipo. Sin embargo, no asegura obtener una buena nota en la asignatura. En cuanto al análisis de los grupos, los estudiantes del primer grupo (verde) muestran su capacidad para obtener un alto resultado académico en la parte grupal que se traduce en las máximas calificaciones. Por otro lado, los estudiantes del cuarto grupo (rojo) son los que presentan mayor variabilidad siendo incapaces de predecir que un mal desarrollo en la parte grupal implique el suspenso de la asignatura.

Por último, el estudio de las calificaciones resultado de la comparación entre la nota final (NF) y la nota individual de prácticas (NI) pone de manifiesto las diferencias entre los grupos estudiados (ver Figura 3). El primer grupo y el segundo muestran una tendencia significativa, pudiendo notarse que a grandes rasgos, los alumnos sobresalientes (grupo verde) y notables (grupo cian) que presentan unas notas en la parte individual determinadas, las mantienen en la nota final de la asignatura. El cuarto grupo (rojo) y el tercero (cian), en los cursos 2012/13 y 2013/14, muestra como alumnos que no se han dedicado a participar adecuadamente en su formación individual, pueden llegar a alcanzar el aprobado en la asignatura, incluso pueden ser capaces de obtener calificaciones notables en la asignatura.

En la Fig. 4 se muestra cómo el resultado de agrupamiento realizado con el global de todos los cursos es significativamente el mismo que el comentado anteriormente para el estudio de cada uno de los cursos de forma individual.

Figura 3 Resultados en el espacio formado por las notas individuales (NI) y la nota final (NF).

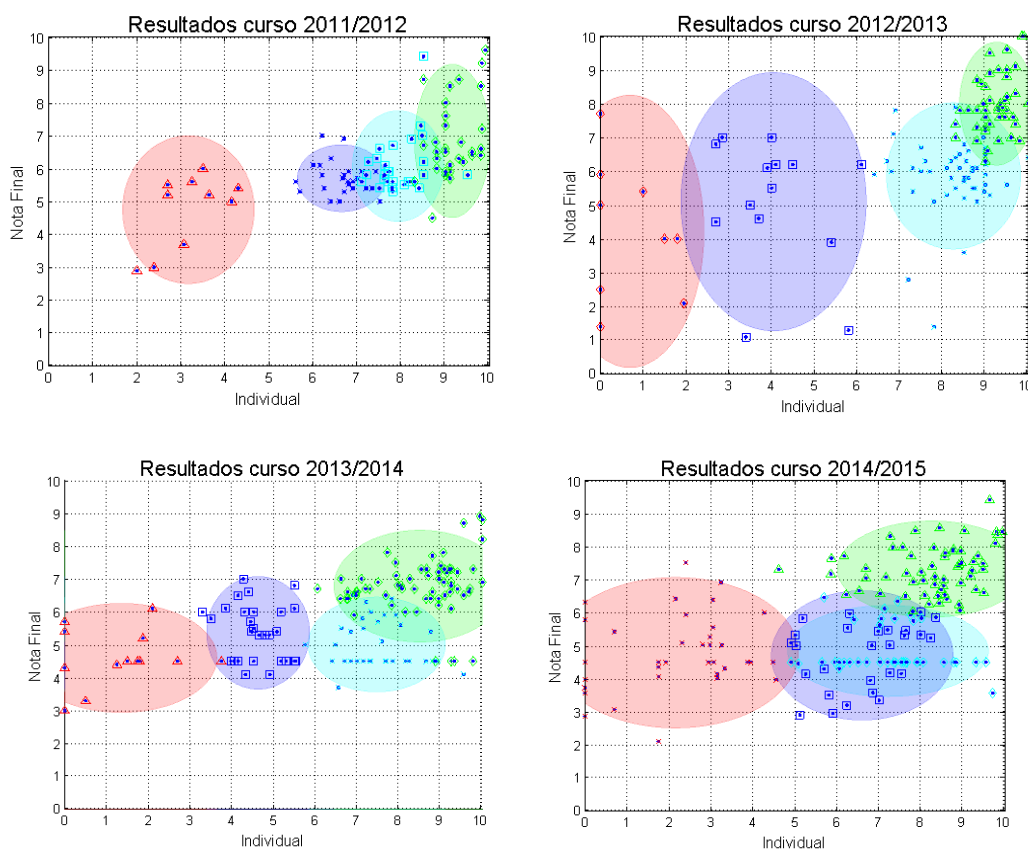
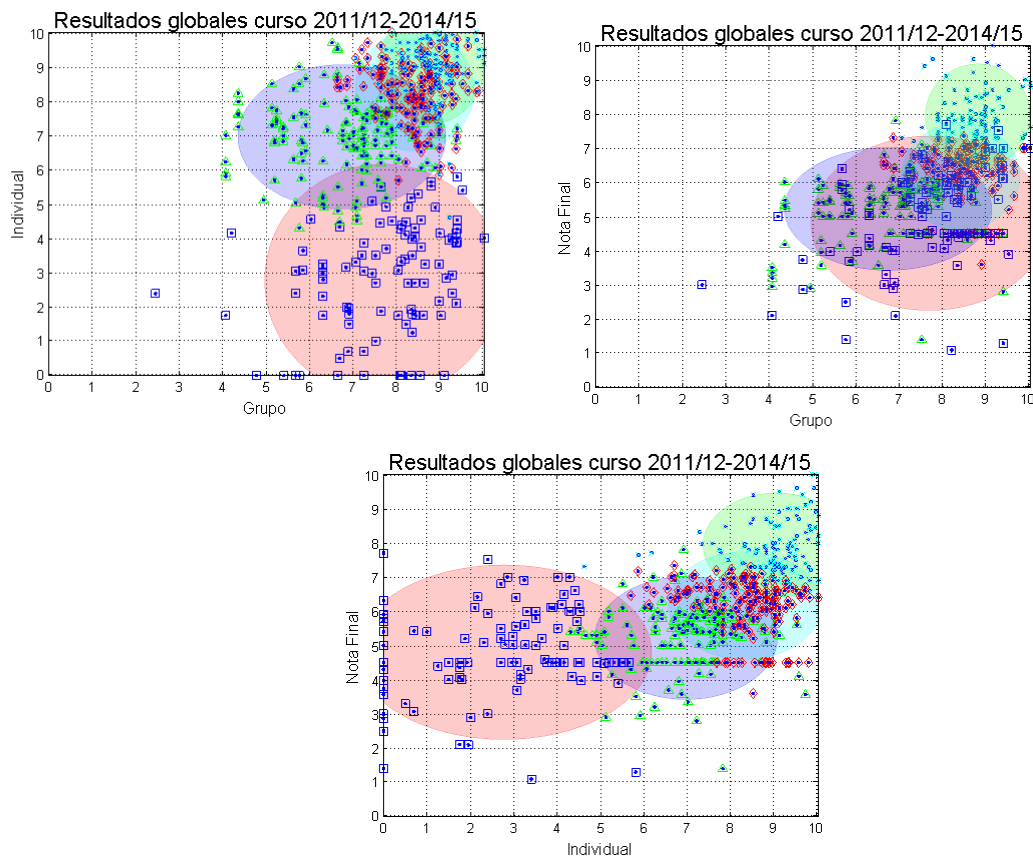


Figura 4 Resultados para todos los cursos académicos estudiados.



4. CONCLUSIONES

Los resultados del trabajo en la red han sido muy satisfactorios dado que han permitido detectar ciertas deficiencias en la evaluación práctica de la materia de arquitectura de computadores. De manera generalizada, el fomento de la capacidad de esfuerzo en la búsqueda de soluciones que se fuerza en los alumnos, permite que aumente la responsabilidad en su tarea de aprendizaje. Además, el alumno se esfuerza más si cabe dado el compromiso adquirido con el resto de los componentes del grupo para alcanzar buenos resultados académicos. Sin embargo, se ha detectado principalmente un grupo de alumnos (marcados en rojo en la experimentación) que presentan un bajo rendimiento académico en la parte de trabajo individual práctico pero que son capaces de obtener una buena calificación en la nota final de la asignatura. Los motivos que pueden explicar estos hechos son muy variados e, incluso completamente opuestos: desde el alumno que intenta aprovecharse del trabajo de los compañeros hasta aquellos que dedican un tiempo elevado al trabajo grupal sin preocuparse de su nota individual. Es necesario realizar un estudio que posibilite determinar las causas exactas

del mismo y, tal vez, proponer nuevos sistemas de evaluación que eviten alumnos dedicados a realizar *ingeniería de la nota*.

5. DIFICULTADES ENCONTRADAS

El desarrollo de la red de investigación no ha contado con especiales dificultades por lo que respecta al desarrollo de metodologías de evaluación de competencias para la materia de arquitectura de computadores ni del análisis de los resultados obtenidos. De la misma forma, el funcionamiento de la red no ha tenido ninguna dificultad en cuanto a la implicación de los miembros de la red en el trabajo colaborativo, al reparto de las tareas, a la metodología del trabajo y a la formación requerida.

6. PROPUESTAS DE MEJORA

A pesar de los buenos resultados obtenidos a nivel general dentro de la asignatura Arquitectura de Computadores, no podemos dejar de lado algunos aspectos mejorables. La carga de trabajo que los alumnos tienen durante el curso lleva asociada a que muchos de ellos busquen llegar sólo a los mínimos en cada una de las partes evaluadas, dejando de entregar prácticas, o no presentándose a controles en el momento que consiguen esa nota mínima y realizando, por consiguiente *ingeniería de la nota*. Para resolver este problema, se puede exigir la entrega obligatoria de todas las partes. Sin embargo, pensamos que la mejor manera de abordarlo, dados los buenos resultados, es motivar el trabajo en equipo y fomentando el compromiso con el grupo que permita mejorar los resultados académicos. Además, se plantea como mejora un nuevo sistema de evaluación en el que el profesor establecerá una puntuación que el grupo tiene que repartir según considere cómo se ha realizado el trabajo. Pensamos que esta forma de evaluación motiva el trabajo en equipo y fomenta el compromiso.

7. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

El objetivo es que la red de investigación continúe en años posteriores ya que es evidente que el proceso de evaluación no finaliza aquí, sino que cada curso se debe proceder a una evaluación de los resultados obtenidos y, en su caso, a la actualización de las metodologías de evaluación.

Se pretende, realizar un estudio que permita conocer los motivos por los que cierto número de alumnos presentan un bajo rendimiento académico en la parte de

trabajo individual pero son capaces de aprobar la asignatura. Además, se hace necesario diseñar, implementar y evaluar el sistema de evaluación que permita motivar el trabajo en equipo y fomentar el compromiso.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashford-Rowe, K., & Herrington, J. (2014). Establishing the critical elements that determine authentic assessment. *Assessment & Evaluation*.
- Ayuga Téllez, E., & González García, C. (2008). *Convergencia europea en la UPM: Ingenierías Agroforestales y Ciencias Ambientales* (Fucovasa).
- Azorín-López, J., García, J., Jimeno, A., M. et al. (2015). Investigación en metodologías de aprendizaje para grupos ARA en la materia de arquitectura de computadores. In *Investigación y Propuestas Innovadoras de Redes UA para la Mejora Docente*.
- Badillo, S. (2006). Los mapas conceptuales en el diseño de material educativo en soporte electrónico. In A. Cañas & J. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Second Int. Conference on Concept Mapping*.
- Cano, E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado: Revista de Currículum Y Formación Del*.
- del Pozo Flórez, J. (2012). *Competencias profesionales: Herramientas de evaluación: el portafolios, la rúbrica y las pruebas situacionales*. Madrid: Narcea.
- Echazarreta, C., Prados, F., Poch, J., & Soler, J. (2009). La competencia «El trabajo colaborativo»: una oportunidad para incorporar las TIC en la didáctica universitaria. Descripción de la experiencia con la plataforma ACME (UdG). *UOC Papers: Revista Sobre La Sociedad Del Conocimiento*, (8).
- Formigós Bolea, G., García Cabanes, C Campello Blasco, L., López Rodríguez, D., Gómez Vicente, V., Lax Zapata, P., Hurtado Sánchez, J. A., ... Maneu Flores, V. (2013). Diseño de nuevas experiencias docentes para el trabajo en grupo. In *La Producción Científica y la Actividad de Innovación Docente en Proyectos de Redes*.
- Guerrero Romera, C. (2011). La Evaluación del aprendizaje orientada a la evaluación por competencias en el Grado de Educación Social . *Eduso.net*.
- Jarillo Aldeanueva, A. (2001). Globalización: concepto y papel del Estado. *BFD: Boletín de La Facultad de Derecho de La ...*.
- José A. Martí, Mayra Heydrich, Marcia Rojas, Annia Hernández. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *REVISTA*

- Universidad EAFIT, 46(158), 11–21.
- López Pastor, V. M. (2009). *La evaluación formativa y compartida en docencia universitaria: propuestas, técnicas, instrumentos y experiencias*. Madrid: Narcea.
- Lozano Díaz, A. (2004). Comunidades de aprendizaje en red: diseño de un proyecto de entorno colaborativo. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Margalef de Sotelsek, L. (1997). Nuevas tendencias en la evaluación: propuestas metodológicas alternativas. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 49(2).
- Mora, H., López, J., & Jimeno-Morenilla, A. (2016). Nuevas tendencias web 3.0 para la mejora de los procesos docencia-aprendizaje. *Innovaciones*.
- Mora, H. M., Pont, M. S., & Jordá, R. C. (2009). Learning method based on collaborative assessment performed by the students: an application to computer science. *ACM SIGCSE*.
- Pujol, F. A., Mora, H., García, J., Jimeno, A., Sánchez, J. L., Azorín, J., ... Rizo, A. (2013). Investigación en sistemas de aprendizaje de los computadores aplicados a grupos ARA en ingenierías. In *La Producción Científica y la Actividad de Innovación Docente en Proyectos de Redes* (ICE. Unive).
- Sagredo Santos, A., Rábano Llamas, M. F., & Arroyo Vázquez, M. L. (2009). Un Proyecto de trabajo colaborativo en los estudios de Filología Inglesa de la UNED. *Encuentro*, (18).
- Sobrino López, D. (2013). El trabajo con blogs en ciencias sociales, Geografía e historia. *Clío: History and History Teaching*. Proyecto Clío.
- Tejada Fernández, J., & Ruiz Bueno, C. (2016). Evaluación de competencias profesionales en educación superior: retos e implicaciones. *Educación XXI*, 19(1).
- Vaca, J., Agudo, J., & Rico, M. (2013). Evaluando competencias en ingeniería: un eportfolio basado en Moodle. *De Tecnologías de La Información Y ...*.
- Web-EPS. (2016). Estudios EPS. Retrieved July 31, 2014, from <http://www.eps.ua.es/es/estudios/grados.html>
- Web-GII. (2016). Plan de Estudios del título de Grado en Ingeniería Informática. Retrieved June 1, 2016, from <http://cvnet.cpd.ua.es/webcvnet/planestudio/planestudiond.aspx?plan=C203>